冬期道路有効幅員の計測手法の提案に向けた調査試験について

大上　哲也*　住田　則行**　三浦　豪***　小宮山　一重****

1．はじめに

積雪寒冷地に住む人々にとって冬期交通の確保は必要不可欠であり、そのための道路維持管理（除雪・防雪等）に対するニーズは非常に高い。また、その一方では、近年の経済状況から、コスト縮減のための維持管理の効率性も強く求められており、住民のニーズを満たす、効率的な冬期道路の維持管理計画の策定が必要である。

効率的に冬期道路を維持管理するには、冬期の道路状況を把握し、その道路状況が交通に与える影響を勘案しながら除雪等を行う必要がある。最近では、路面のすべり抵抗について計測車両による連続的な測定が行われるなど、冬期道路状況の把握のための実証データも収集されつつある[1)]。また、冬期道路状況のうち道路有効幅員（**写真－１**）は、幅員が減少することにより渋滞が生じるなど冬期交通（旅行速度）に直接影響する。このことから、幅員を把握し、さらに旅行速度との相関を明らかにすることにより、旅行速度が著しく低下する前に幅員を確保するなどの効率的な維持管理（除排雪）計画の策定が可能となる。

しかし、日々の降雪や除雪により変化する道路有効幅員については、これまでパトロール等での目視などによる確認しか行われていなく、定量的な把握（計測）はほとんどなされていない。

以上のことから、本研究では、冬期交通に影響する道路有効幅員に着目し、この計測手法の確立を目的にレーザースキャナーを用いた計測システムの検討及び試作を行った。また、試作した計測システムを用いて精度確認試験及び一般国道での路上計測試験を行うなど、道路有効幅員の計測手法について検討した。

2．道路有効幅員計測の必要条件

道路有効幅員の計測にあたっては、定量的な計測結果を得るほか、安全性及び経済性等についても考慮しなければならない。本検討では下記３点を計測システムにおける必要条件とした。

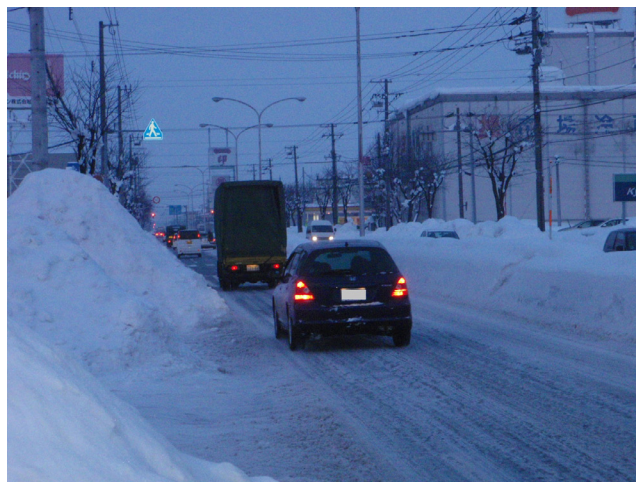
① 道路有効幅員を定量的に把握できる計測システムとする。

② 計測員による車道上もしくは車道脇での道路有効幅員の計測は行わない。また、計測員以外の計測機器等による車道上もしくは車道脇での計測であっても、一般交通に対する影響を最小限に抑えるなど、道路有効幅員を安全に計測できるシステムとする。

③ 道路有効幅員は、日々の降雪や除雪により刻々と変化するため、長い計測距離が想定される。このことから、計測及び解析がスピーディに行えるなど、経済的な計測システムとする。

3．計測システムの概要

前述した必要条件を踏まえ、道路有効幅員計測システムを試作した。

道路有効幅員の計測機器は、雪の計測実績があり[2)－3)]比較的に安価でシンプルなシステム構成が可能な「レーザースキャナー」を採用した。このレーザースキャナーにより道路横断をプロファイルする。このほか、計測位置、時間、計測（走行）速度のデータを取得する「ＧＰＳセンサー」、計測箇所の道路状況を撮影

写真－１　冬期の道路有効幅員（幅員減少状況）

する「Ｗｅｂカメラ」及び計測用ソフトをインストールした「ノートＰＣ」等で構成する。これら全てを車載することで計測員などの安全性を確保するとともに、走行しながら計測することにより、一般交通に対する影響を最小限に抑え､効率的な計測が可能になる。

道路有効幅員の計測イメージを**図－１**及び**図－２**に、計測システムの構成を**図－３**に、試作したシステムにおけるレーザースキャナーの仕様を**表－１**に示す。

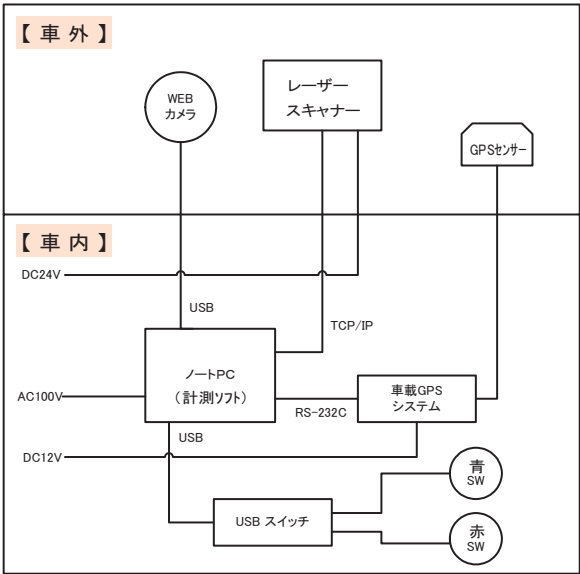
図－１　道路有効幅員の計測イメージ(１)

図－２　道路有効幅員の計測イメージ(２)

図－３　計測システムの構成

表－１　レーザースキャナーの仕様

レーザースキャナー(SICK社製　LMS111)	
計測範囲(機器仕様)	180°(270°)
	18m　＊1
計測間隔(機器仕様)	1Hz～10Hz (25Hz ／ 50Hz)
角度分解能(機器仕様)	0.5° (0.25° ／0.5°)
システム誤差	±30mm　＊1
使用周囲温度	-30℃ ～ +50℃

＊1：反射率が10％以上の計測対象物

４．　計測システムの機能

４．１　計測機能

レーザースキャナーにより取得する道路横断のプロファイルデータに加えて、堆雪や中央分離帯など道路構造物の開始地点を自動もしくは手動で判断することにより､道路有効幅員を計測する。また、参考として、同じプロファイルデータから堆雪高さを計測する。

なお、夏期(無雪期間)に、冬期でも堆雪に埋もれない防雪柵などの道路付属物(基準点)を含む道路横断を計測し、冬期にも同じ地点を計測してデータを比較することにより、車道部の堆雪幅(車道にはみ出した堆雪の幅)を計測することも可能である。

４．２　計測条件等の設定機能

計測システムは、正確な計測結果を得ることを目的としたキャリブレーション機能を有する。具体的にはレーザースキャナーの設置位置から計測対象物が無い状態の地面(直下)までの距離を計測し、その距離をスキャナー設置高さとして計測条件に設定する。

また、レーザースキャナーを中心とした左右それぞれの計測幅、堆雪や道路構造物の開始地点を認識するデータ条件(データの値及び継続数)及び計測異常値の閾値(前後のデータ値の差)など、各種計測条件の設定もしくは設定変更が可能である。

なお､センサー設置高さ以外の計測条件については､計測後に条件設定を変更して繰り返し解析を行うことが可能である。

４．３　データのマーキング機能

計測中にノートＰＣに接続した青及び赤ボタンを押すことにより、任意の計測データをマークするマーキング機能を有する。なお、青ボタンはピンポイントデータをマークするのに対し、赤ボタンは範囲データをマークする。

この機能により、例えば、目印となる計測ポイントを通過する時にマークすることで、解析時のデータ検索が容易になるほか、渋滞や路上駐車などにより正常な計測が不可能な範囲をマークすることで、解析の範囲を明確にすることが可能となる。

4．4　道路状況画像の表示機能

レーザースキャナーによる道路横断のプロファイルと同時に、同じ計測箇所の道路状況をＷｅｂカメラにより撮影し、道路有効幅員の計測結果表示画面内に、同じ地点のプロファイルデータ（グラフ）と道路状況画像を並べて表示することができる。

この表示機能により、プロファイルデータの妥当性や、異常値と想定される計測結果について、視覚的に確認することができ、計測結果の検証が可能となる。

4．5　プロファイルデータ重ね合わせ表示機能

道路有効幅員の計測結果表示画面において、最大５つのプロファイルデータ（グラフ）を重ね合わせて表示することができる。

この表示機能により、同じ地点を継続的に計測することで、時間経過に伴う道路有効幅員の変化などを視覚的に確認することが可能となる。

5．精度確認試験

精度確認試験は、構内に片側２車線の車道及び側帯を描画し、その歩道側の側帯に形状寸法が明確である合板製の模擬堆雪を設置した模擬道路で行った。

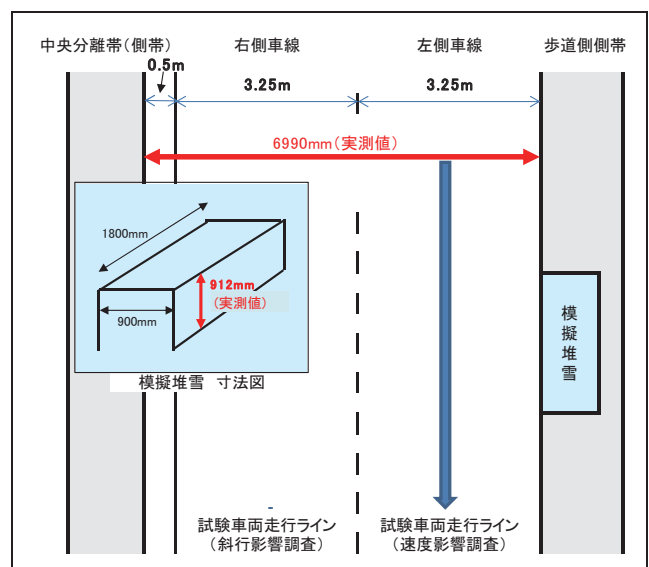
この模擬道路の道路有効幅員及び模擬堆雪高さを作業車（以下、「試験車両」という）に車載した計測システムにより計測し、メジャーを用いて計測した実測値との比較により、計測速度（試験車両走行速度）などの試験条件の違いによる計測精度への影響について調査した。

5．1　夏期精度確認試験

計測速度の違いによる計測精度への影響を確認するため、車両停止状態を含む４パターンの計測速度において速度影響調査を行った。また、計測車両の車線変更行動による計測精度への影響を確認するため、模擬堆雪の横断方向で車線変更する斜行影響調査を行った。

5．1．1　試験条件

夏期精度確認試験における試験条件を以下に示す。また、模擬道路及び模擬堆雪の状況を**図－４**及び**写真－２**に、試験状況を**写真－３**及び**写真－４**に示す。

○試験日時及び場所
・試験日時（天候）　：2011年11月16日（晴れ）
・試験場所　　　　　：北海道開発局花畔除雪ＳＴ構内
○試験道路の構造
・車道有効幅員　　　：6,990mm（実測値）
・模擬堆雪高さ　　　：912mm（実測値）
○レーザースキャナー計測条件
・設置高さ　　　　　：3,074mm
・計測間隔　　　　　：10Hz
・解析方法　　　　　：手動
○速度影響調査
・計測速度（想定）　：０km/h、10km/h、30km/h、50km/h
・計測回数　　　　　：各３回
○斜行影響調査
・計測速度（想定）　：０km/h、10km/h
・計測回数　　　　　：各３回

図－４　模擬道路及び模擬堆雪（夏期精度確認試験）

写真－２　模擬道路及び模擬堆雪（夏期精度確認試験）

写真－３　試験状況（速度影響調査）

写真－４　試験状況（斜行影響調査）

５．１．２　夏期精度確認試験の結果

（１）速度影響調査の結果

調査結果の一覧を表－２に、計測結果表示画面を図－５に示す。

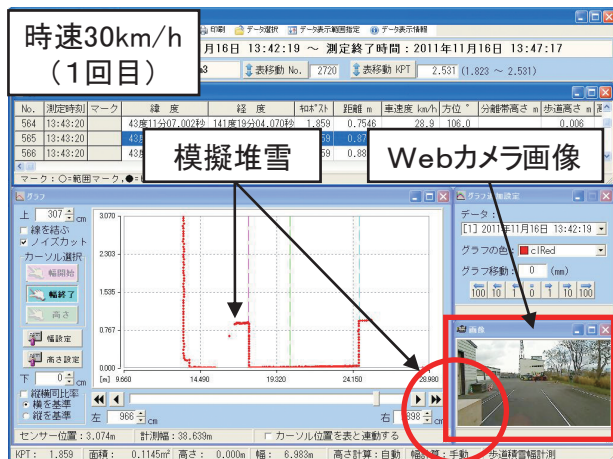
試験車両が停止した状態での計測では、道路有効幅員の計測誤差は20mm 以下、模擬堆雪高さの計測誤差は９mm 以下であり、これら計測値の誤差は計測機器であるレーザースキャナーの仕様に合致する。

試験車両が走行しながらの計測では、模擬堆雪高さの計測誤差は、計測速度10km/h 及び30km/h では試験車両が停止した状態での計測結果とほぼ同じく８mm 以下であったが、計測速度50km/h では最大37mm の誤差を確認した。また、道路有効幅員の計測では、試験車両が停止した状態での計測に比べ、計測速度の上昇に伴い計測誤差が大きくなり、計測速度50km/h では最大64mm の誤差を確認した。

計測誤差が大きくなった原因は、試験車両の走行速度が高くなるほど、路面の不陸などの走行環境が試験車両の走行姿勢に大きく影響（ピッチング等）し、車両停止状態に比べてレーザースキャナーの設置高さが変化したことが推測される。また、本計測システムではプロファイルデータを一定時間の間隔でサンプリングすることから、計測速度の上昇に伴いプロファイルする縦断距離の間隔が広がり、レーザースキャナーが計測対象物をプロファイルする回数が減少したことも原因として考えられる。

表－２　速度影響調査の結果

計測速度	試験No	ﾃﾞｰﾀ数量 *1	実速度 (km/h)	道路有効幅員			模擬堆雪高さ		
				実測値 (mm)	計測値 (mm)	誤差 (mm)	実測値 (mm)	計測値 (mm)	誤差 (mm)
0km/h	1回目	10	0.0	6,990	6,973	-17	912	903	-9
	2回目	10	0.0		6,970	-20		912	0
	3回目	10	0.0		6,993	3		906	-6
	平均誤差（絶対値）			－	－	13	－	－	5
	最大誤差（絶対値）			－	－	20	－	－	9
10km/h	1回目	4	15.2	6,990	6,967	-23	912	904	-8
	2回目	4	14.7		7,002	12		905	-7
	3回目	4	12.2		6,965	-25		905	-7
	平均誤差（絶対値）			－	－	20	－	－	7
	最大誤差（絶対値）			－	－	25	－	－	8
30km/h	1回目	2	28.9	6,990	7,007	17	912	906	-6
	2回目	2	29.6		6,958	-32		907	-5
	3回目	2	27.4		6,954	-36		905	-7
	平均誤差（絶対値）			－	－	28	－	－	6
	最大誤差（絶対値）			－	－	36	－	－	7
50km/h	1回目	1	45.9	6,990	6,952	-38	912	910	-2
	2回目	1	48.0		6,926	-64		875	-37
	3回目	1	45.0		6,971	-19		879	-33
	平均誤差（絶対値）			－	－	40	－	－	24
	最大誤差（絶対値）			－	－	64	－	－	37

*1：レーザースキャナーが計測対象物をプロファイルした回数

図－5　計測結果表示画面（速度影響調査）

表－3　斜行影響調査の結果

計測速度	試験No	ﾃﾞｰﾀ数量*1	実速度(km/h)	道路有効幅員					模擬堆雪高さ		
				実測値(mm)	計算値(mm)	計測値(mm)	誤差*2(mm)	誤差*3(mm)	実測値(mm)	計測値(mm)	誤差(mm)
0km/h	1回目	10	0.0	6,990	7,082	7,030	40	-52	912	905	-7
	2回目	10	0.0			7,032	42	-50		901	-11
	3回目	10	0.0			7,059	69	-23		902	-10
	平均誤差(絶対値)			－	－	－	50	42	－	－	9
	最大誤差(絶対値)			－	－	－	69	52	－	－	11
10km/h	1回目	2	13.4	6,990	7,082	7,030	40	-52	912	905	-7
	2回目	1	14.5			7,057	67	-25		902	-10
	3回目	2	15.0			7,062	72	-20		901	-11
	平均誤差(絶対値)			－	－	－	60	32	－	－	9
	最大誤差(絶対値)			－	－	－	72	52	－	－	11

*1：レーザースキャナーが計測対象物をプロファイルした回数
*2：道路有効幅員の実測値との計測値の差
*3：計算上の道路有効幅員との計測値の差

（2）斜行影響調査の結果

調査結果の一覧を**表－3**に示す。

斜行影響調査では、試験車両は模擬堆雪の前後10m、合計20mの区間において車線変更（3.25m）したことから、斜行角度は道路縦断に対して9.2°となり、道路有効幅員の実測値6,990mmに対して、計算上の道路有効幅員は7,082mmとなる。なお、斜行による模擬堆雪高さの計測への影響はないと考えられる。

模擬堆雪高さの計測結果は、試験車両が停止した状態及び計測速度10km/hのいずれの計測も最大計測誤差は11mmであり、速度影響調査（車両停止状態＝9mm、計測速度10km/h＝8mm）と同様の結果が得られた。しかし、道路有効幅員の計測では、車両停止状態であっても実測との最大計測誤差は69mmとなり、速度影響調査（車両停止状態＝20mm、計測速度10km/h＝25mm）と大きく異なったことから、斜行が道路有効幅員の計測結果に大きく影響することが確認された。

また、計測結果が計算上の道路有効幅員とも乖離している理由としては、斜行区間が短いため、予定した走行ライン上を安定して走行できなかったためだと推測される。

調査の結果から、実際の計測にあたっては、計測車両は可能な限り斜行を控えるなど、レーザースキャナーのプロファイル方向と道路横断方向を一致させることが望ましい。また、やむを得ない状況により斜行する場合には、マーキング機能を利用するなど、計測状況を明確にする必要があると考えられる。

5．2　冬期精度確認試験

計測対象物及び計測速度の違いによる計測精度への影響を確認するため、夏期に使用した合板製の模擬堆雪の表面に、水で湿らせた雪を付着させ、車両停止状態を含む3パターンの計測速度において冬期精度確認試験を行った。

なお、レーザースキャナーによる計測は、計測表面が明るいほどレーザー光を反射するため検出が容易である[4)]とされており、雪は合板に比べ明るいことから、夏期精度確認試験に比べて好条件といえる。

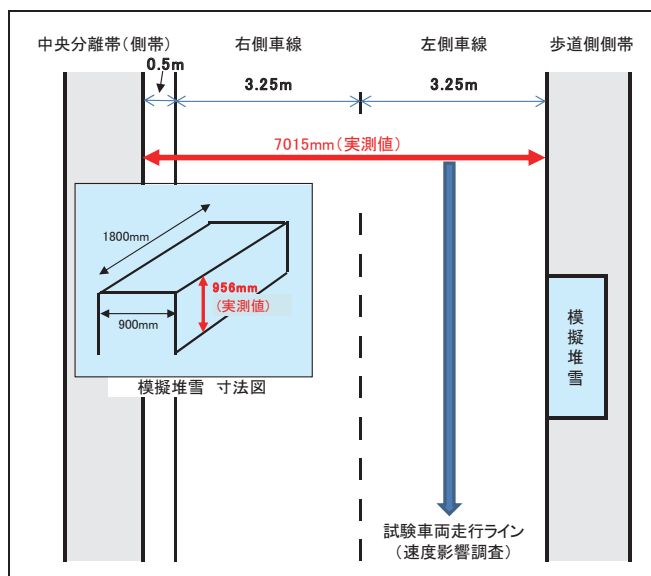
5．2．1　試験条件

冬期精度確認試験における試験条件を以下に示す。また、模擬道路及び模擬堆雪の状況を**図－6**に、試験状況を**写真－5**に示す。

○試験日時及び場所
・試験日時（天候）　：2012年2月29日（晴れ）
・試験場所　　　　　：北海道開発局　札幌開発建設部
　　　　　　　　　　　花畔除雪ＳＴ構内

○試験道路の構造
・車道有効幅員　　　：7,015mm（実測値）
・模擬堆雪高さ　　　：956mm（実測値）

○レーザースキャナー計測条件
・設置高さ　　　　　：3,074mm
・計測間隔　　　　　：10Hz
・解析方法　　　　　：手動

○速度影響調査
・計測速度（想定）　：0km/h、10km/h、30km/h
・計測回数　　　　　：各3回

図－６　模擬道路及び模擬堆雪（冬期精度確認試験）

写真－５　試験状況（冬期精度確認試験）

５．２．２　冬期精度確認試験の結果

調査結果の一覧を表－４に示す。

道路有効幅員の計測では、計測速度10km/h までは計測誤差15mm 以下であり、計測速度30km/h では最大計測誤差は35mm であった。これらの値は、夏期に実施した速度影響調査の結果（**表－２**）と近似しており、計測速度の上昇に伴い計測誤差が大きくなる傾向も同じである。

模擬堆雪高さの計測では、試験車両が停止した状態及び試験車両が走行しながらの計測の両方において、平均35mm 程度の計測誤差があった。この結果は、夏期に実施した速度影響調査の結果と乖離している。但し、計測延長が長い道路有効幅員の計測では計測対象物の違いによる影響は見られなかったこと、そして、

表－４　冬期精度確認試験の結果

計測速度	試験No	ﾃﾞｰﾀ数量*1	実速度(km/h)	道路有効幅員			模擬堆雪高さ		
				実測値(mm)	計測値(mm)	誤差(mm)	実測値(mm)	計測値(mm)	誤差(mm)
0km/h	1回目	10	0.0	7,015	7,024	9	956	922	-34
	2回目	10	0.0		7,022	7		918	-38
	3回目	10	0.0		7,028	13		918	-38
	平均誤差(絶対値)			―	―	10	―	―	37
	最大誤差(絶対値)			―	―	13	―	―	38
10km/h	1回目	5	9.6	7,015	7,030	15	956	925	-31
	2回目	4	9.3		7,017	2		914	-42
	3回目	5	11.4		7,013	-2		923	-33
	平均誤差(絶対値)			―	―	6	―	―	35
	最大誤差(絶対値)			―	―	15	―	―	42
30km/h	1回目	1	28.4	7,015	7,009	-6	956	933	-23
	2回目	2	30.2		7,015	0		921	-35
	3回目	2	29.6		7,050	35		921	-35
	平均誤差(絶対値)			―	―	14	―	―	31
	最大誤差(絶対値)			―	―	35	―	―	35

*1：レーザースキャナーが計測対象物をプロファイルした回数

計測毎の誤差のばらつきは車両停止状態で最大４mm であるなど速度影響調査の結果と同様の傾向が見られることから、計測誤差の原因としては、計測表面の不陸のほか、計測条件の設定など計測対象物の違い以外の要因が影響していると考えられる。

調査の結果から、計測対象物表面の違いに伴う明確な計測精度への影響は認められなかったが、実際の計測対象物である、雪の計測であっても夏期に実施した速度影響調査と同程度の精度を確保していることが確認された。

６．路上計測試験

試作した計測システムの実際の道路上での適応性を確認するため、一般国道において、冬期の道路有効幅員を計測する路上計測試験を行った。

路上計測試験は、精度確認試験と同様に試験車両に計測システムを車載して行った。また、様々な現場条件への適応性を確認するため、同一路線で道路構造が様々に変化する一般国道231号を対象とした。

なお、試験日時の選定にあたっては、気象状況などを勘案し、時間経過による堆雪形状の変化が少ないと推定される日を計測日とした。

６．１　計測内容

道路上での計測は、一般交通への影響を最小限に抑えることで、安全な計測が可能となることから、他の一般車両と同じ旅行速度で走行しながら計測を行い、Ｗｅｂカメラ画像との比較によりプロファイルデータの妥当性を視覚的に確認した。併せて計測速度の違いによる計測結果への影響と計測結果の再現性を確認す

るため、旅行速度のほか速度30km/h で同日に同一箇所を計測し、その結果を比較した。

計測箇所は、目印となる道路付属物などが付近に設置されており、計測システムのマーキング機能及び道路状況画像の表示機能による箇所の特定が比較的に容易である４地点を対象としたほか、道路構造や沿道条件に変化が無く道路有効幅員の変化量が少ないと予測される直線区間を対象に、約40m を連続的に計測した。

なお、本試験は一般国道での計測でありメジャーなどによる道路有効幅員の実測が不可能であることから、各々の計測値の差により計測速度の影響と再現性を確認した。ただし、レーザースキャナーのサンプリング間隔は0.1秒毎であり、計測速度30km/h では道路縦断方向に83cm のピッチでプロファイルすることから、厳密に全く同じ地点を計測することはほぼ不可能であるため、計測値は参考値として取り扱うこととする。

また、精度確認試験で行った堆雪高さの計測については、路上の堆雪高さが本計測システムの計測範囲（高さ3,074mm）を超える箇所が多かったことから、計測結果の取りまとめ対象外とした。

６．２　試験条件

路上計測試験における試験条件を以下に示す。

◯計測条件

・試験日時（天候）　：2012年１月13日（晴れ→雪）
　　　　　　　　　　：2012年２月２日（晴れ）
　　　　　　　　　　：2012年２月22日（晴れ）
・計測箇所　　　　　：一般国道231号　L 側
　　　　　　　　　　　KP8.2、KP8.7、KP12.1、KP13.8
・計測箇所（連続）　：一般国道231号　L 側　KP8.0
・計測速度　　　　　：30km/h、旅行速度

◯レーザースキャナー計測条件

・設置高さ　　　　　：3,074mm
・計測間隔　　　　　：10Hz
・解析方法　　　　　：手動

６．３　路上計測試験の結果

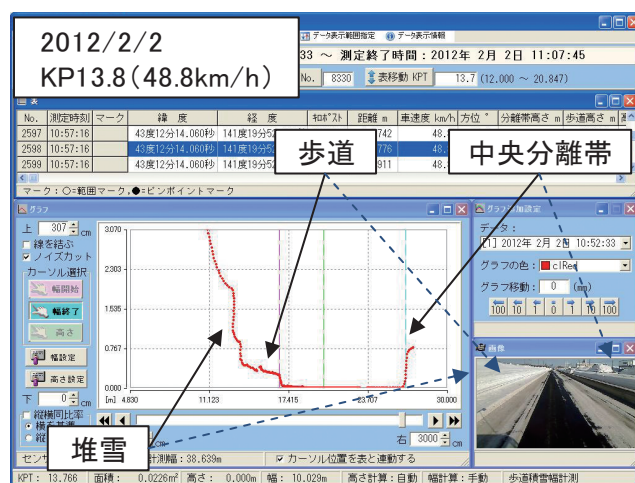
計測結果表示画面を**図－７**に、計測結果の一覧を**表－５**及び**表－６**に示す。

旅行速度（平均約46km/h）による計測でも、堆雪及び道路付属物の形状を本計測システムにより再現できたことから、本計測手法の現道での適応性を確認した（**図－７**）。

計測速度の違いによる計測結果への影響と計測結果の再現性については、計測速度の違いにかかわらず最大131mm ～ 208mm の計測値の差が生じており、構内で実施した精度確認試験に比べて計測値の差が大きいほか、計測結果の傾向も異なっており、速度影響及び再現性については確認できなかった（**表－５**）。

この原因としては、計測対象物の堆雪は連続した不陸形状であることから、若干の計測位置のずれが計測結果に大きく影響したことが推測される。また、本計測システムにおけるレーザースキャナーは0.5°（角度分解能）毎に扇状にプロファイルすることから、計測対象物までの距離の増大に伴いプロファイルする道路横断方向のピッチが広くなる。路上計測試験では計測対象である道路有効幅員が精度確認試験に比べて広くなったことも原因として考えられる。

ただし、道路有効幅員の連続計測（約40m）では、データ件数が45件であっても計測結果のうち87％は計測値の平均から100mm の範囲にあるなど計測結果にばらつきが少ないことから、計測結果の再現性を確認することができた（**表－６**）。

路上計測試験の結果から、連続した不陸断面である堆雪に対して、少数のプロファイルデータ（道路横断の断面データ）により一定区間の道路有効幅員の代表値として評価するのは妥当ではないと判断された。今後の路上での道路有効幅員の計測にあたっては、計測区間を連続的に計測し、複数断面のプロファイルデータを用いて何らかの統計的処理（平均値、中間値、異常値カット等）を行うことにより、一定区間毎の道路有効幅員の代表値として評価することが可能であると考えられる。

図－７　計測結果表示画面（路上計測試験）

表－５　路上計測試験の結果（参考値）

計測場所	計測速度（想定）	計測日時	試験No	実速度(km/h)	道路有効幅員 計測値(mm)	道路有効幅員 差(mm)
ＫＰ８．２（Ｌ側）・片側３車線・歩道有り・中央分離帯有り	旅行速度	1月13日	1回目	47.6	13,306	34
			2回目	48.6	13,340	
	30km/h	2月2日	1回目	27.6	13,127	53
	旅行速度		2回目	43.4	13,074	
	30km/h	2月22日	1回目	30.1	13,170	184
			2回目	30.8	12,986	
ＫＰ８．７（Ｌ側）・片側３車線・歩道有り・中央分離帯有り	旅行速度	1月13日	1回目	44.7	13,036	131
			2回目	50.0	12,905	
	30km/h	2月2日	1回目	27.2	12,979	77
	旅行速度		2回目	47.0	12,902	
	30km/h	2月22日	1回目	30.0	12,886	38
			2回目	30.2	12,924	
ＫＰ１２．１（Ｌ側）・片側２車線・歩道有り・中央分離帯有り	旅行速度	1月13日	1回目	38.7	9,937	30
			2回目	45.8	9,967	
	30km/h	2月2日	1回目	27.6	9,755	208
	旅行速度		2回目	42.2	9,963	
	30km/h	2月22日	1回目	29.6	10,005	67
			2回目	29.6	10,072	
ＫＰ１３．８（Ｌ側）・片側２車線・歩道有り・中央分離帯有り	旅行速度	1月13日	1回目	50.2	10,027	6
			2回目	47.2	10,021	
	30km/h	2月2日	1回目	28.2	10,012	17
	旅行速度		2回目	48.8	10,029	
	30km/h	2月22日	1回目	31.3	9,869	8
			2回目	29.6	9,861	

表－６　路上計測試験の結果（連続計測）

試験No	ＫＰ	計測速度(km/h)	道路有効幅員(mm)	試験No	ＫＰ	計測速度(km/h)	道路有効幅員(mm)
1	7.983	29.8	13,243	26	8.000	29.7	13,182
2		29.8	13,245	27		29.7	13,201
3		29.8	13,220	28		29.7	13,203
4		29.8	13,203	29	8.008	29.7	13,188
5		29.8	13,177	30		29.7	13,224
6		29.8	13,179	31		29.7	13,225
7		29.8	13,202	32		29.7	13,214
8		29.8	13,200	33		29.7	13,203
9		29.8	13,224	34		29.7	13,216
10	7.992	29.7	13,202	35		29.7	13,213
11		29.7	13,198	36		29.7	13,241
12		29.7	13,204	37		29.7	13,220
13		29.7	13,213	38	8.016	29.7	13,045
14		29.7	13,225	39		29.7	13,193
15		29.7	13,214	40		29.7	13,176
16		29.7	13,191	41		29.7	13,057
17		29.7	13,175	42		29.7	13,054
18		29.7	13,175	43		29.7	13,026
19		29.7	13,220	44		29.7	13,063
20	8.000	29.7	13,168	45		29.7	13,163
21		29.7	13,211	最大値			13,245
22		29.7	13,169	最小値			13,026
23		29.7	13,190	計測値の差（最大）			219
24		29.7	13,168	平均値（μ）			13,184
25		29.7	13,171				

＊KP計測は1秒毎、道路有効幅員計測は0.1秒毎であるため、表記方法が異なる

７．まとめ

安全で効率的な道路有効幅員の計測手法の確立を目的に、レーザースキャナーを用いた道路有効幅員計測システムを試作し、各種計測試験を行った。

この結果、構内試験において各計測速度における計測精度を確認したほか、路上計測試験において現場適応性について確認できたことから、道路有効幅員を計測するにあたって十分な基本性能を有するシステムを試作できたと考えられる。

今後は、実用に向け、これまでに判明した解析の省力化などの課題や、道路パトロールカー及びすべり抵抗などの他道路状況計測車両への搭載について検討を進めるほか、道路有効幅員と旅行速度の相関について把握するなど、検討を進めていく所存である。

参考文献

1）徳永ロベルト、髙田哲哉、高橋尚人：寒冷地域における冬期道路の性能評価に関する研究、第43回土木計画学研究発表会、2011.5.

2）石川真大、佐々木憲弘、中村隆一、今岡大輔：運搬排雪施工管理システムの開発、第24回寒地機械技術シンポジウム、2008.11.

3）渡辺了、石間計夫：適切な除雪発動を目的とした降積雪量把握装置の開発、土木学会第65回年次学術講演会、2010.9.

4）SICK 社：LMS111取扱説明書 P21、2008.12.